

DDT 室内处理对中华按蚊及吉浦按蚊 日月潭变种的作用初步观察*

李 拉 姿

(广东省从化疟疾防治站)

DDT 是近十数年来被公認良好的杀虫藥剂, 目前除大量应用在农業方面外, 也广泛用以杀灭公共衛生方面的害虫; 尤其近年来在防瘧措施中, 几成为不可缺少的藥剂。然而, 它对蚊虫的杀害效力, 随着蚊虫生态学研究不断发展, 經常获得新的知識。1945年 Gahan^[7] 等在实验室内試驗 *A. quadrimaculatus* 和 *Aedes aegypti* 首次报告了 DDT 对蚊虫具有兴奋驅避作用 (excitorepellent effect); 接着, 在現場实际观察对 *A. quadrimaculatus* 的結果亦然。随后, 各国学者相繼作了类似的研究, 他們在不同的地区对不同的蚊种进行观察, 其結果不尽相同; 尤其是对于 DDT 室内剩余效力处理后, 蚊虫經接触而兴奋逃避之前是否吸收了致死剂量的問題, 显然是存在两个截然相反的意見。因此, 結合我国蚊种进行实验, 对此問題作进一步探討, 是有重大现实意义。本文初步报告 DDT 室内处理对中华按蚊 (*A. hyrcanus* var. *sinensis*) 与吉浦按蚊日月潭变种 (*A. jeyporiensis* var. *candidiensis*) 的作用結果; 并扼要地論述了过去科学家在这方面研究的結果。

方法与結果

一、处理前調查 本試驗总的分为两个阶段, 自 1956 年 5 月起至 9 月止为第一阶段, 进行按蚊品种、密度及栖息習性等生态調查; 第二阶段是 9、10 月份两个月, 进行藥物处理及效果观察。試驗地点在广东省从化县大排村, 居民人口約 100 余, 当地的房屋結構全部皆是泥墙瓦頂, 村庄四面环山, 位置很为孤立, 与周圍村庄相隔至近者也在 2 公里外, 四面既为高山相隔, 無形中形成了天然屏障, 外处的蚊虫不易侵入; 地形上适合为小規模的灭蚊試驗区。該地經過数个月調查, 計共發現按蚊屬 9 种, 其中以中华按蚊 (*A. hyrcanus* var. *sinensis*)、吉浦按蚊日月潭变种 (*A. jeyporiensis* var. *candidiensis*) 为主, 密度最高, 其他如微小按蚊 (*A. minimus*)、多斑按蚊 (*A. maculatus*)、美彩按蚊 (*A. splen-*

* 本文实验操作技术由本站林振恒同志与广东省衛生防疫站周岳上同志协助, 并承沈維遜先生借閱参考文献, 并此致謝。

didus)、溪沟按蚊(*A. fluviatilis*)等数种虽有发现,但数量不多,为考虑在统计学上足以说明问题起见,本试验特以中华按蚊与吉浦按蚊日月潭变种为观察对象。为了了解按蚊的活动情况与栖息习性,应用窗式诱蚊器(window trap)进行诱捕飞出的按蚊调查,诱蚊器构造与安装方法,参见图 1、2。调查的方法每周一次,根据按蚊飞出的时间不同而分成 2 组,第 1 组是从 20:00 时将诱蚊器安装,至次晨 7:00 时收回,以诱捕全夜向光飞的按蚊,因这组按蚊多集中于黎明时分飞出,故称之为晨曦诱捕。第 2 组的诱捕时间在第 1 组的按蚊全部飞出后(一般在天全亮,按蚊停止活动)接着安装诱蚊器,至 20:00 时止,以诱捕整日飞出的按蚊,据观察结果,日间是按蚊栖息时间,除非受骚扰才惊起飞动,所以这次诱捕的按蚊实际只是在日落黄昏时分飞出,故称之为黄昏诱捕。



图 1 窗式诱蚊器(window trap)的构造



图 2 窗式诱蚊器(window trap)的装置

调查结果表 1 说明中华按蚊大部分于吸血后当晚或次晨向外飞出,另寻觅适当场所栖息;吉浦按蚊日月潭变种的情况则相反,吸血后多数仍然停息在室内,待卵巢发育后于黄昏时才飞出室外产卵。根据这些材料可判定该地区的中华按蚊是野栖品种;吉浦按蚊日月潭变种则为家栖品种。

表 1 牛房窗式诱蚊器晨曦与黄昏诱捕按蚊情况

月 份	中 华 按 蚊						吉浦按蚊日月潭变种					
	数量	晨 曦		黄 昏		数量	晨 曦		黄 昏		数量	
		数量	%	数量	%		数量	%	数量	%		
6 月	213	209	98.2	4	1.8	63	7	11	55	89		
7 月	150	120	80	30	20	183	8	4.5	175	95.5		
8 月	31	27	87	4	13	87	18	20	69	80		
9 月	53	39	73.6	14	26.4	83	26	31	57	69		
合 计	457	395	84.7	52	15.3	416	59	16.6	356	82.4		

二、藥物处理 处理方法采用全面彻底的室内剩余效力喷洒, 处理对象包括所有房舍如厅、臥房、貯物室、厕所等全部墙面和天花板(或頂瓦), 以及全部家俱杂物如床、橙、柜等。喷洒使用的藥剂是民主德国出品, 商标含量为 50% DDT 可湿性剂; 鑒于当地房屋结构全部皆是土磚泥磚, 毛細孔吸附能力强, 故将藥剂使用濃度配成 4%, 按每平方米面积喷洒 50 毫升, 使之含純商品 DDT 2 克。处理前全部房屋喷洒面积均进行測量, 逐戶計算需藥量, 一部分較高的房屋, 因喷洒工具的限制致不能喷射到; 但捕集調查站的牛舍都比較矮小, 均能徹底喷洒藥物。处理后經核算結果, 計用藥量达 1.97 克/米²。使用的藥剂經過抽样作化学測定, 計含 DDT 总量 48.3% (商标含量 50%), 对位对位异构体(para-para-isomer)含量达 63.7%。

三、效果观察 1. 密度調查——在試驗区内选定牛舍 4 間为固定的密度調查站, 其中 2 間应用窗式誘蚊器进行調查, 每周一次, 每次誘捕時間由 16:00 至次晨 8:00 时止, 每 4 小时捕集一次, 带回室内鑒定記錄数量及胃血情况, 以观察全夜各个時間按蚊飞出活动情况, 同时也作为密度数字。其余 2 間牛舍, 則在日間采用人工捕捉 30 分鐘,

表 2 处理前后按蚊通夜飞出活动情况

	誘捕時間	中 华 按 蚊				吉浦按蚊日月潭变种			
		数 量	吸 血	未吸血	未吸血%	数 量	吸 血	未吸血	未吸血%
处理前	16:00—20:00	475	475	0	1.16	404	398	6	1.48
	20:00—24:00	86	85	1		71	70	1	1.4
	24:00—4:00	19	19	0		10	10	0	
	4:00—8:00	104	104	0		3	3	0	
处理后	16:00—20:00	278	238	40	14.3	460	429	31	6.73
	20:00—24:00	3	3	0		55	53	2	3.63
	24:00—4:00	5	5	0		38	36	2	5.26
	4:00—8:00	35	31	4	11.4	68	68	0	

注: 处理前共 3 次观察結果。

处理后共 4 次观察結果。

表 3 处理前后吉浦按蚊日月潭变种密度变化情况

地 区	捕捉方法	处 理 前		处 理 后				
		9 月 份		10 月 份				
		1	2	1	2	3	4	5
处理区	誘蚊器	124	267	95	103	85	469	267
	日間人捉	114	120	0	0	0	0	0
对照区	誘蚊器	1	20	3	16	16	13	10
	日間人捉	82	107	63	87	81	163	107

表 4 处理前后中华按蚊密度变化情况

地 区	捕 捉 方 法	处 理 前		处 理 后				
		9 月 份		10 月 份				
		1	2	1	2	3	4	5
处理区	诱蚊器	292	123	167	51	52	53	6
	日間人捉	8	1	0	0	0	0	0
对照区	诱蚊器	0	8	2	8	41	3	8
	日間人捉	6	15	10	3	6	5	6

作为日間栖息按蚊的密度。此外,在另外一个村庄,用同样的方法調查,以資对照比較。

藥物处理前密度調查共进行了 2 次,处理后进行 5 次,由于当时已届 11 月,气温显

著下降,雨水也少,按蚊密度在自然情况下也急剧降低,故处理后密度考核只进行 5 周即告結束。处理前后按蚊全夜活动情况及密度变化,詳見表 2、3、4 及圖 3。

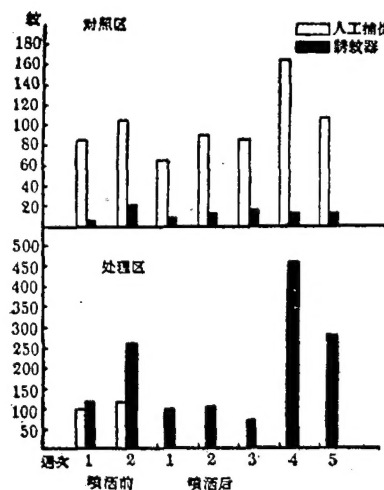


圖 3 DDT 室内处理前后吉浦按蚊日月潭变种密度变化情况

从上面这些圖表所示綜合可見下列情况:(1)藥物处理后按蚊不再在室内栖息,故日間人工捕捉室内按蚊所得的密度均为 0;但夜間应用诱蚊器仍然可以诱捕大量向外飞出的按蚊,与处理前或对照組相比,密度不見下降,这現象說明了处理后,蚊虫仍然可以飞进室内活动吸血,但在吸血前或后經与 DDT 接触,而引起刺激兴奋向外逃避。(2)处理后中华按蚊通夜飞出的情况与处理前相比,不見有何变化,仍以 16:00—

20:00 与 4:00—8:00 时这两个時間飞出比較多;吉浦按蚊日月潭变种的情况則不同,处理后整夜時間飞出的比处理前显著增多,此可能也是 DDT 的作用,使原来栖息室内的也兴奋向外逃避所致。(3)处理后未吸血的按蚊飞出室外有所增加,中华按蚊由处理前 1% 增至 10%,吉浦按蚊日月潭变种由处理前 1% 增至 5%,这当然与 DDT 的使蚊虫接触后兴奋驅避有关。

2. 毒效观察——观察逃避的按蚊随后的命运是否終于中毒死亡,这将有力地說明蚊虫在兴奋逃避之前是否已吸收了中毒致死剂量的工作。这个观察的方法是将每次诱蚊器诱到的按蚊,抽样一部份置入蚊籠內加以飼养。飼养的环境是一个半埋在地下的缸,缸內置放一層砂,并加适量水,以保持一定温度和湿度。飼养期間每 12、24、48、72 小时分別观察其中毒死亡数量。另外取一定数量按蚊,放在馬灯罩內飼养;罩下面置有

吸水紙和浸漬的棉花的培养皿,以待蚊产卵,观察逃避的按蚊寿命是否能延續至卵巢發育成熟。同时在未經处理的地区捕回相当数量按蚊,置于同一环境下飼养,作为对照試驗。

这项观察开始第一个月,在处理区内一間未經处理的房子进行,飼养結果不佳,不論从处理区或对照区捕回的按蚊,大部分在 24 小时左右死亡,無法比較說明。随后迁移飼养地点,在非处理区的工作室进行飼养,經进行了观察 5 批共 240 个,結果如表 5。

表 5 处理后按蚊飼养死亡情况

地 区	蚊 种	数量	24 小 时			48 小 时			72 小 时		
			死亡数	尚存数	生存%	死亡数	尚存数	生存%	死亡数	尚存数	生存%
处 理 区	中华按蚊	27	0	27	100	4	23	88.8	2	21	77.7
	吉浦按蚊日月潭变种	213	24	189	88.7	28	161	74	15	146	68.0
对 照 区	中华按蚊	12	0	12	100	3	9	75	1	8	66.6
	吉浦按蚊日月潭变种	106	7	99	93.3	13	86	81.1	30	50	52.8

其結果可見逃避飞出的按蚊的死亡率并不严重,处理区与对照区效果相似。90%左右能繼續生活 24 小时,50%以上能生活 72 小时。产卵观察共計进行了中华按蚊 18 个,吉浦按蚊日月潭变种 32 个,其中能产卵的达 50%;产卵時間都是在經過飼养 96 小时以后。这些材料虽因开始飼养不好而不够完整,但至少还能够初步說明处理后一个月飞出按蚊的死亡情况。

討 論

DDT 室内剩余效力处理,对蚊虫有兴奋驅避作用的事实,虽早在 1945 年为 Gahan^[7]等發見,然而逃避的按蚊是否已因接触 DDT 吸收了致死剂量而終于中毒死亡的問題,到目前为止各国学者的意見仍未一致。1947 年 Kennedy^[10]在實驗室用 *A. maculipennis* var. *atroparvovs* 与 *Aedes aegypti* 作試驗,使之与經 DDT 处理的表面接触,观察結果肯定对这二蚊种有兴奋逃避作用,观察 24 小时結果極少死亡。同年 Muirhead-Thomson^[11]报告在西非 Lagos 使用 DDT 油剂(100 毫克/呎²)后,每晚均可用窗式誘蚊器捕到大量飞出的 *A. gambiae* 与 *A. melas*。經過 48 小时飼养观察不見有显著的死亡率;在室内地面上檢查,亦找不到死亡的按蚊。1949 和 1950 年在东非沿海的 Daresalaam 使用 DDT 可湿性剂(400 毫克/呎²)处理,观察結果亦相类似,并指出逃避的 *A. gambiae* 100%能繼續生活 24 小时,到 48 小时仍能生活的达 80%;野外栖息場所調查証实,被驅避的 *A. gambiae* 与 *A. melas* 是迁移到室外村边蔭蔽的場所栖息。因此,他認為 DDT 对该蚊种是沒有效力的。这些实验結果总的說明是蚊虫在吸收致死剂

量之前即兴奋逃避。另一方面的研究结果, Gahan 等^[7] (1945 b) 报告, 各种剂型 DDT (65—400 毫克/呎²) 对 *A. quadrimaculatus* 的结果, 发现许多蚊虫接触已喷洒的墙面后逃离住宅, 但其中大多数被杀死。同年, Tarzwell 和 Stierli^[7] 对 *A. quadrimaculatus* 观察所下的结论, 基本与 Gahan 等氏相同。并认为致死时间与蚊虫个体有很大的差异 (由 14 分钟到 2 小时), 高温可加促其作用。Swellengrebel 与 Lodens^[9] (1949) 经使用 DDT 处理后, 发现大量 *A. aconitus* 死亡于室内, 因而推论其驱避作用并没有减低毒杀效力。Wallace^[9] (1950) 观察认为 *A. maculatus* 与 DDT 处理过的墙面接触后, 绝大部分于 30 小时内致死。Bertram^[9] 1950 年在印度 Assam 实验, 发现用小的剂量 DDT (45 毫克/呎²) 对 *A. minimus* 仅有驱出于诱蚊器的作用; 但应用大的剂量 (215 毫克/呎²), 则有大量蚊虫被杀死于室内。然而, MacDonald^[9] (1950) 不同意此意见, 认为即使是用很小的 DDT 剂量, 也能将 *A. minimus* 杀死。Singh 等 (1951) 与 Sharma^[13] (1952) 发现 DDT (50 毫克/呎²) 与 BHC (10 毫克-γ/呎²) 对蚊虫都有驱避作用, 但认为由于蚊虫在驱避之前已吸收了致死剂量, 故并不影响其毒效。再者, Bhombore^[9] 在 1955 年的报告, DDT 可湿剂处理后, 诱蚊器可诱到大量按蚊, 但饲养观察结果, 80% 于 6 小时内死亡, 而对照组则于 20 小时才死亡 50%。总括而言, 这些学者都有同一的概念, 认为 DDT 对蚊虫有兴奋逃避作用, 但当蚊虫驱避之前已接受了致死剂量, 其最终命运仍遭中毒而死。苏联 Набоков 教授的意见^[1], 更认为 Muirhead-Thomson 和 Kennedy 的看法是错误的, 是由于他们对“驱除作用”与“中毒后的兴奋逃避”混淆不清。

根据作者此次试验观察, DDT 室内处理, 对按蚊是兴奋驱避作用, 这是与上引述的学者的意见相一致的。据此事实, 目前 DDT 实际被认为是一种接触性的驱避剂 (Gustatory repellent), 是无可置疑的。至于驱避后蚊虫是否致死的问题, 尚难一概而论, 据本文毒效饲养观察结果可初步表明, 中华按蚊与吉浦按蚊日月潭变种是在兴奋逃避之前未吸收致死剂量的。这一点与 Muirhead-Thomson 及 Kennedy^[10, 11] 两氏报告相似。再说其在抗疟工作中的价值, 当然不能从此妄加否定, 理由 (1) 有些学者^[11] 对高原地区应用 DDT 抗疟成功, 其理由解释为由于 DDT 的驱除作用, 使原来喜栖室内按蚊被迫迁往野外栖息, 这样, 因为室内外气候条件不同, 如室外气温较低, 致使蚊体内的疟原虫不适于发育, 或使按蚊寿命缩短, 从而间接地起到控制疟疾传播的作用; (2) 由于各蚊种的个体生理和生态习性的不同, 对 DDT 的感受性可能有所差异, 特别是我国华南地区主要传疟媒介之一——微小按蚊, 有的学者^[7] 认为它对 DDT 的敏感性比其他种按蚊为强, 事实上这已经何琦^[3, 4] 作出肯定性的结论, 这是非常可贵而有积极意义的材料; (3) 房屋的结构不同, 如泥墙的吸附能力比其他墙面为强, 药物喷洒上去大部分被吸收进内面, 剩余在表面能与昆虫接触而发挥作用的则不多, 这也可能是其中原因。总之, DDT 在抗疟杀蚊的实际效价, 科学上今后还需要作进一步全面的研究, 才能给予恰当

的評定。

中华按蚊与吉浦按蚊日月潭变种の栖息習性有显著不同, 但 DDT 处理观察結果, 这两蚊种的变化未見有何区别, 这点不同于許多学者的意見^[3,8,11], 他們似乎以蚊虫の栖息来划分和說明 DDT 效果好坏的依据, 如認為 DDT 对家栖蚊种 (*A. funestus*, *A. darlingi*) 效果良好, 但对室外栖息的蚊种 (*A. gambiae*, *A. aquasalis*, *A. leucosphyrus*) 則否。

DDT 对蚊虫有兴奋驅除作用的事实, 显然說明单应用日間人工捕捉室内栖息按蚊計算密度, 以为考核說明 DDT 效果是不正确的。可惜近年应用这个方法作为考核 DDT 作用效力, 从而盲目乐观以为 DDT 的奇效的报告尙不少^[2,5]。Davidson^[8] 的意見, DDT 室内处理即使在噴洒的几天, 也永不会使蚊虫完全致死, 許多效力强的剂型也至少会有 20% 的蚊虫能無害地逃避, 而效力弱的剂型則多达 60%。于是他提出說明蚊虫死亡指数的公式:

$$\text{蚊虫死亡指数} = \frac{\text{死于室内的蚊数} + \text{誘蚊器死亡数}}{\text{死于室内的蚊数} + \text{誘蚊器总数}}$$

这些意見, 可引为我們今后研究杀虫剂效力的参考。

总 結

1. 初步报告 DDT 可湿剂室内处理对中华按蚊及吉浦按蚊日月潭变种的作用效果, 証明 DDT 对此按蚊有驅避作用。

2. 毒效飼养观察結果初步說明, 中华按蚊及吉浦按蚊日月潭变种在接触 DDT 引起兴奋逃避之前未吸收致死剂量。

参 考 文 献

- [1] 那伯科夫等: 1956. 苏联抗瘧工作介紹。苏联专家关于瘧疾防治工作的报告及建議; 中华人民共和国衛生部衛生防疫司, 122—30 頁。
- [2] 中央衛生研究院华东分院: 1954 东山鎮二二三帶留噴洒灭蚊抗瘧实验区效果的繼續考核。浦鎮灭蚊实验工作, 1954 年年报 242—57 頁。
- [3] 海南瘧疾研究站: 1956 海南島一个頑固性瘧区的抗瘧經驗介紹。全国瘧疾防治专业會議参考資料之二, 中华人民共和国衛生部。
- [4] 何琦: 1956. 微小按蚊在我国南部瘧疾流行地区的重要意义及如何消灭微小按蚊。全国瘧疾防治专业會議参考資料之三, 中华人民共和国衛生部。
- [5] 王世開等: 1957. 杀虫剂噴射对几种主要按蚊效果的观察。云南部队防瘧工作总结, 人民軍医社, 61—5 頁。
- [6] Bhombore, S. R. et al.: 1955. A preliminary note on the behaviour of anophelines in structures treated with DDT and BHC: *Ind. J. Mal.* 9 (3): 213—21.
- [7] Boyd: 1949. *Malariology*. Vol. II, p. 1209—18.
- [8] Davidson, G.: 1955. The Principles and practice of the use of residual contact insecticides for the control of insects of medical importance. *Trop. Med. Hyg.* 58 (4): 73—9.

- [9] Jaswant Singh: 1956. Could there be any repellent effect of DDT on sprayed surface? (私人通信的附論)
- [10] Kennedy, J. S.: 1947. The excitant and repellent effects on mosquitoes of sub-lethal contacts with DDT. *Bull. Ent. Res.* 37: 593—607.
- [11] Muirhead-Thomson, R. C.: 1951. Behaviour in houses in relation to control by Insecticides. Mosquito behaviour in relation to malaria transmission and control in the tropics. London, Edward Arnold and Co. P. 94—105.
- [12] Nait, C. P.: 1951. DDT as a Residual Insecticide against *A. letifer* and *A. maculatus* in malaya. *Nature* 167: 74—5.
- [13] Rajindar pal & M. I. D. Sharma: 1952. Field studies on the comparative effectiveness of DDT and BHC against mosquitoes when applied separately and in combination. *Ind. J. mal.* 6: 281—95.

PRELIMINARY OBSERVATION ON THE EFFECT OF DDT
INDOOR TREATMENT ON *ANOPHELES HYRCANUS*
VAR. *SINENSIS* AND *ANOPHELES JEYPORIENSIS*
VAR. *CANDIDIENSIS*

LEE LA-GE

Chung-hua District Malaria Prevention Center, Kwang-Tung, China

The present article reports the results of researches at Chung-hua district, Kwangtung Province, on the effect of DDT indoor treatment on *Anopheles hyrcanus* var. *sinensis* and *Anopheles jeyporiensis* var. *candidiensis*.

It was first established that *A. hyrcanus* var. *sinensis* is of the outdoor resting while the *A. jeyporiensis* var. *candidiensis*, the indoor resting type. For collecting treated mosquitoes, the window trap was employed. The treatment proved to have the same excito-repellent effect on both species and it was therefore pointed out that DDT is a gustatory-repellent insecticide, consequently, it signified that the hand-collecting is not suitable for collecting treated mosquitoes.

Treated *A. jeyporiensis* var. *candidiensis*, and *A. hyrcanus* var. *sinensis* collected by means of the window trap and cultured for observation on its mortality, showed that 90 % alive in 24 hours and over 60 % still alive after 72 hours, while, after 72 hours, about 50 % could lay eggs and breed. This served to explain that this species did not pick up a lethal dosage before being excitorepelled.